

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

EFEKTIVNÍ POUŽITÍ 3D CAD SYSTÉMŮ V PROCESNÍM INŽENÝRSTVÍ - II

EFFECTIVE USE OF 3D CAD SYSTEMS IN THE FIELD OF PROCESS
ENGINEERING -II

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ MAREK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. MARTIN PAVLAS

BRNO 2008

ANOTACE

Úkolem práce bylo osvojení a popsání správného postupu při vytváření základních součástí v systému SolidWorks. Tyto základní poznatky užít pro vytvoření knihovny standardních dílů používaných v procesním inženýrství, konkrétně při konstrukčním řešení potrubních větví. Jako úkol bylo zadáno vytvoření modelů kruhové potrubní rozbočky (tzv. T-trubka), kruhové příruby a dále bylo požadováno ověření možnosti další úpravy respektive modifikace na jiné standardní díly podobného tvaru. Dále byl vytvořen manuál popisující prostředí programu a úkony potřebné pro vytvoření dané části potrubní větve.

KLÍČOVÁ SLOVA: SolidWorks, manuál, plechové díly, potrubní rozbočka, t-trubka, příruba

ANNOTATION

The aim of this work was adoption and description of correct techniques of creation basic mechanical components under CAD system SolidWorks. This gained know ledge was then used for creation of library of standard parts used in process engineering with focus on design of pipeline systems. Conceretaly, the assembly of flouged circular Y-branch for duct system was solved. The possibility for its further modification of dimension as well as transformation into parts of similar shape was analysed. Finally, user manual describing the user interface and necessary design procedures was prepared.

KEYWORDS: SolidWorks, manual, tin part, pipeline multi adaptor, t-pipe, flange

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE TÉTO PRÁCE

MAREK, T. *Efektivní použití 3D Cad systémů v procesním inženýrství-II*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 33 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Pavlas.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovat samostatně s využitím uvedených zdrojů,
na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 23. května 2008

.....
Tomáš Marek

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl hlavně poděkovat garantu Martinu Pavlasovi za cenné připomínky a trpělivost při vedení této práce. Také bych chtěl poděkovat svým nejbližším že mě po celou dobu zpracovávání podporovali.

Obsah:

Obsah:	4
1. Úvod:	5
2. Popis prostředí 3D CAD systému SolidWorks	6
2.1. Základní postup při tvorbě modelu a výkresové dokumentace	6
2.2. Popis pracovní plochy	7
3. Základní postupy potřebné pro tvorbu kruhové potrubní rozbočky	10
3.1. Otevření nového dokumentu	10
3.2. Tvorba skici	10
3.3. Tvorba rovin	12
3.4. Přidání, odebrání vysunutím.....	13
3.5. Tvorba plechových dílů	13
3.6. Tvorba symetrických těles a rovin symetrie.....	13
3.7. Konfigurační tabulka, konfigurace	14
4. Modelování, výhody a nevýhody jednotlivých konstrukcí T-trubky	15
4.1. Vytvoření modelu T-trubky pomocí metody zdola nahoru	15
4.2. Vytvoření modelu T-trubky pomocí metody shora dolů (kontextový design).	18
4.3. Výhody a nevýhody obou způsobů	20
4.4. Vytvoření konfigurační tabulky a zjednodušených konfigurací.....	21
5. Vytvoření přírub, spojení příruby a T-trubky do sestavy	23
5.1. Vymodelování přírub.....	23
5.2. Spojení příruby a T-trubky do sestavy	23
6. Vytvoření výrobní dokumentace	24
6.1. Potřebné úpravy	24
6.2. Vytvoření výrobních výkresů	26
6.3. Výrobní výkresy v měřítku 1:1	29
6.4. Vytvoření výkresu sestavení.....	29
7. Seznam použité literatury	31
8. Závěr	32

1. Úvod

Úvodním slovem by se slušelo říct něco bližšího o programu SolidWorks. Program SolidWorks je produktem Americké společnosti SolidWorks Corporation. Výhradní dodavatel pro Českou republiku je společnost SolidVision s.r.o.

SolidWorks Corporation byla založena v roce 1993 [1]. Cílem bylo vytvořit 3D modelář dostupný všem, který bude pracovat pod operačním systémem Microsoft Windows a bude mít oproti konkurenci menší hardwarové nároky. První oficiální verze vyšla v roce 1995 a od té doby vychází každý rok nová [1]. V programu SolidWorks se jako v prvním 3D CAD (Computer aided design) systému objevil tzv. Strom FeatureManager [1], který zobrazuje postup tvoření dílů, za který dostal SolidWorks mnoho ocenění a od té doby se objevil ve většině konkurenčních programech. Některý z produktů SolidWorks používá po světě více než 2,5 mil. projektantů a konstruktérů [1]. Distribuce probíhá ve více než 100 zemích světa a vyučuje se na více jako 4300 akademických institucích [1].

Společnost SolidVision nabízí komplexní PLM (Product Lifecycle Management) řešení postavené na platformě SolidWorks a reprezentované více než desítkou produktů. Další významnou činností jejich výzkumu a vývoje jsou 3D digitalizace, měření a 3D scanování. Společnost vznikla v březnu 2002 jako ryze český dodavatel programu SolidWorks pro Českou republiku [1]. V roce 2003 byla oficiálně jmenovaná jako autorizovaný dodavatel také CAM (Computer Aided Manufacturing) systému SolidCAM, PDM (Product Data Management) a CAE (Computer Aided Engineering) [1]. Tímto se stala kompletním dodavatelem komplexního PLM řešení postaveného na jediné, kompaktní a velice výkonné platformě - na systému SolidWorks. V roce 2005 se společnost začala zabývat také distribucí konstrukčních, výrobních a digitalizačních služeb [1]. Nyní má společnost SolidVision veškeré certifikace potřebné pro školení a testování daných produktů a je členem Solid Alliance (společenství největších prodejců SolidWorks v Evropě).

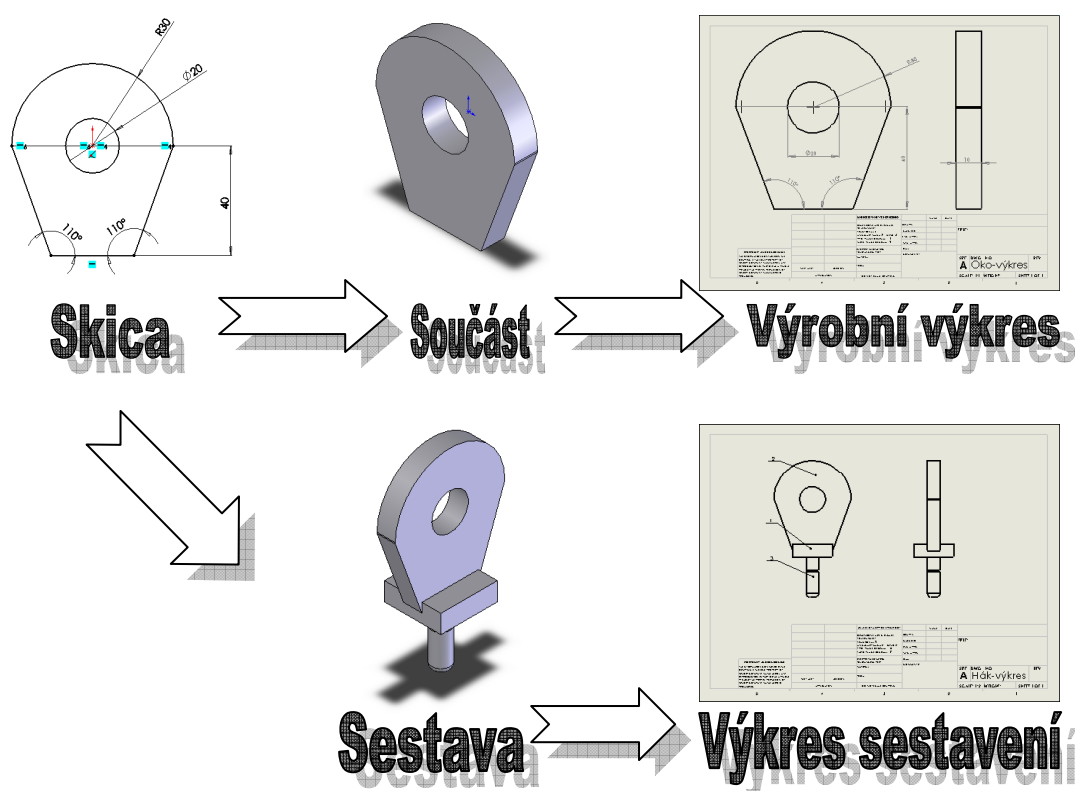
Z výše uvedeného vyplývá, že systém SolidWorks a jemu podobné konkurující systémy se běžně používají jako podpůrné nástroje konstrukce ve strojírenství. Existují manuály ve formě knižních publikací [2], nebo on-line výukových modulů [1, 3]. V těchto publikacích je uvedena celá řada příkladů zaměřených převážně na klasické strojírenství (automobilový průmysl, výroba jednoúčelových strojů, atd.), které pokrývá většinu potřeb zákazníků. Tento software lze však také použít ve zcela specifické oblasti procesního inženýrství, například při tvorbě potrubních systémů v rámci menších projektů. Pro tuto oblast využití neexistuje žádný ucelený manuál postupu vytváření a nejsou dostupné téměř žádné příklady. Cílem této práce je tedy přispět k vytvoření podkladů pro správné a ucelené využití systémů SolidWorks ve specifické oblasti procesního inženýrství.

2. Popis prostředí 3D CAD systému SolidWorks

V této kapitole bude uveden popis prostředí systému SolidWorks a popsán obecný postup vytvoření modelů a výkresové dokumentace.

2.1. Základní postup při tvorbě modelu a výkresové dokumentace

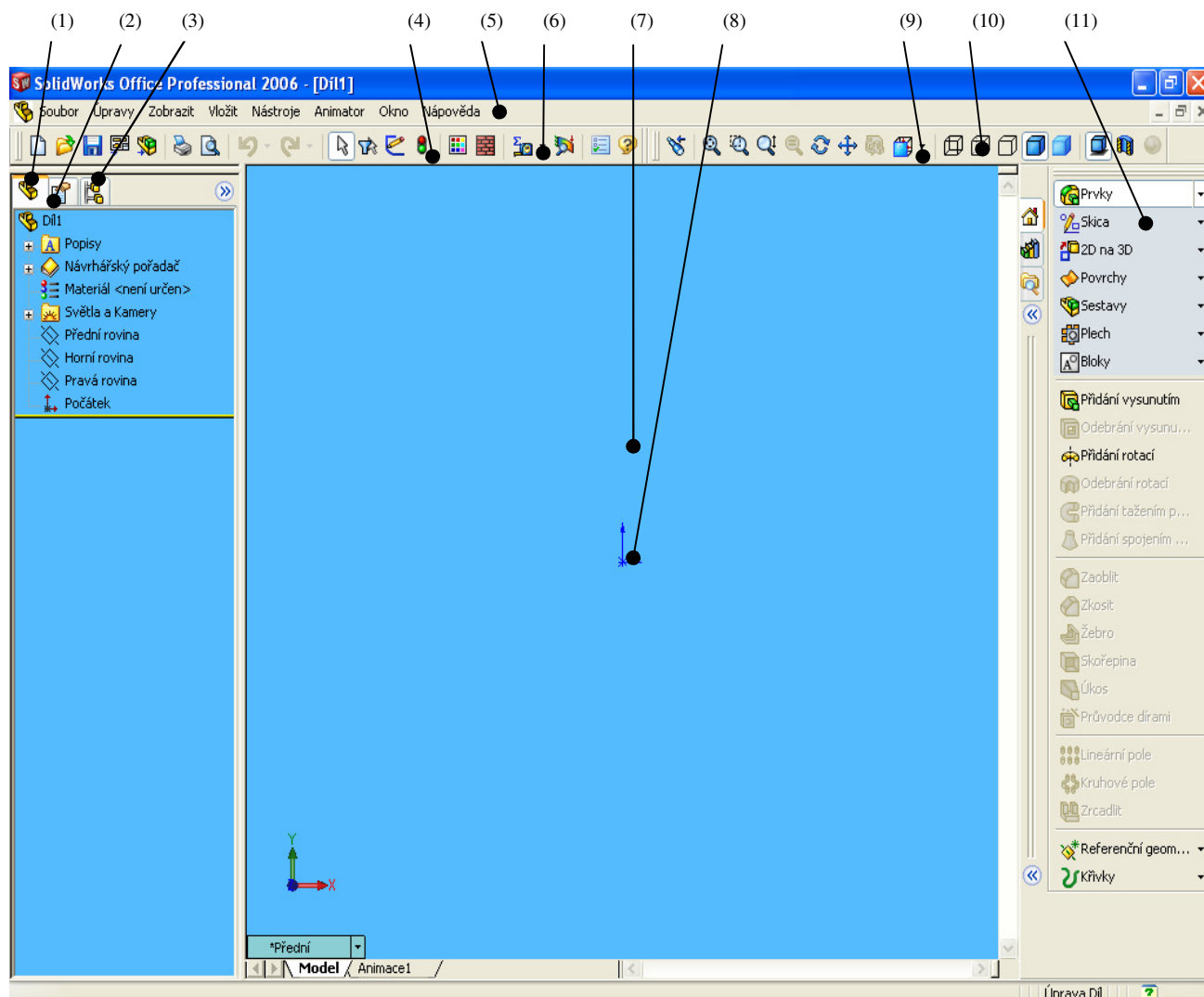
Při vytváření modelu se vždy postupuje dle obr 2.1. Nejprve je nutné vytvořit tzv. skicu. Ve skice se vytváří základní tvar ve 2D o daných rozměrech. Skicu jde, dle příslušných postupů (vysunutí, rotace, přidání tažením, atd.) přeměnit na 3D (objemové) těleso, které nazýváme model. S modelem se již pracuje jako s celkem a pomocí dostupných úprav (zaoblení, zkosení atd.) lze model dále upravovat do podoby korespondující se skutečnou součástí. Součásti lze vzájemně skládat a tím vytvářet tzv. sestavy. Koncovým produktem je vytvoření výrobního výkresu dané součásti a montážní výkres sestavení.



Obr 2.1 Postup tvorby modelu a výrobní dokumentace

2.2. Popis pracovní plochy

Vzhled pracovní plochy systému SolidWorks zobrazuje obr. 2.2. Plocha je dělená na níže uvedené části.



Obr. 2.2 Popis pracovní plochy

Strom FeatureManageru

Strom FeatureManager (obr. 2.2 pozice (1)) urychluje a zpřehledňuje práci při tvorbě dílu, sestavy či výkresu, protože zobrazuje historii jejich tvorby. Mezi stromem FeatureManager a grafickou plochou je návaznost, která funguje tak, že se daný díl vybere buď v grafické ploše nebo v FeatureManageru. Po jeho výběru se dá s dílem dále pracovat (zobrazit, skrýt, přejmenovat atd.).

PropertyManager

PropertyManager (obr. 2.2 (2)) se objeví místo Stromu FeatureManager. Otevře se po klepnutí na ikonu (2), automaticky po výběru příkazu nebo výběrem entity v grafické ploše.

ConfigurationManager (obr. 2.2 (3))

Zobrazí se taktéž místo Stromu FeatureManager. Používá se pro zjednodušení práce s více díly hlavně v prostředí sestavy a to vytvořením konfigurací pomocí konfigurační tabulky (viz kap. 3.7).

Obnovit (obr. 2.2 (4))

Tlačítko slouží pro obnovu modelu po jeho předchozí úpravě.

Hlavní panel (obr. 2.2 (5))

Pomocí nabídky v hlavním menu jsou dostupné veškeré možnosti programu.

Nástroje (obr. 2.2 (6))

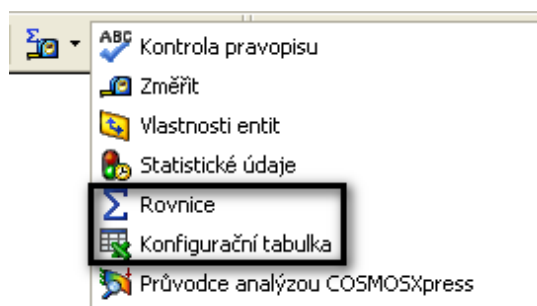
Po klepnutí na ikonu se objeví nabídka. Z této nabídky jsou nejdůležitější konfigurační tabulka a rovnice (viz obr. 2.3).

a) rovnice (viz kap. 4.2)

Funkce umožňuje dát do poměru velikost různých entity nebo prvků. Zpravidla se využívá pokud potřebujeme automaticky měnit rozměr podle jiného. Umožňuje také využívat veškeré matematické úkony (sčítání, odčítání, násobení, goniometrické funkce, atd.).

b) konfigurační tabulka (viz kap. 3.7)

Slouží pro jednoduchý přehled a změnu vybraných kót součástí. Po změně rozměru zůstane tvar součásti zachován jen zvětšen či zmenšen v určitém poměru ku původnímu. Konfigurační tabulka má výhodu v tom, že je tvořena v Microsoft Excel. Proto se může vytvořit i na počítači, na kterém není nainstalován SolidWorks a následně jí pouze v něm otevřít.



Obr. 2.3 Nástroje

Grafická plocha (obr. 2.2 (7))

Zobrazuje grafický náhled modelu

Souřadný systém (obr. 2.2 (8))

Ukazuje směr natočení hlavních os x,y,z.

Standardní pohledy (obr. 2.2 (9))

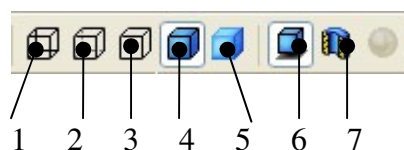
Natáčení modelu v grafické ploše je možné provádět pomocí šipek, přidržením prostředního tlačítka myši nebo za pomoci standardních pohledů (obr. 2.4.) První dvě varianty se využívají, pokud je nutno těleso natočit do speciální polohy nebo je potřebné si těleso z nějakého důvodu prohlédnout. Při využití třetí možnosti máme standardně přednastavené pohledy, které jsou vázány na počáteční souřadný systém.



Obr 2.4 Standardní pohledy

Režim pohledů (obr 2.2 (10))

Součást nebo sestavu je možné zobrazit v některém z následujících způsobů (obr. 2.5)



Obr 2.5 Režimy pohledů

- 1) *drátový režim* - zobrazí všechny hrany modelu
- 2) *skryté hrany viditelné* - zobrazí všechny hrany modelu. Skryté hrany mají jiný styl
- 3) *skryté hrany odstraněny* - zobrazí jen viditelné hrany
- 4) *stínovaný s hranami* - těleso je vystínované, jsou označeny viditelné hrany
- 5) *stínovaný režim* - těleso je vystínované bez viditelnosti hran
- 6) *zobrazit stín* - zobrazí stín modelu
- 7) *pohledový řez* – umožňuje vytváření pohledů do vnitřní části modelu pomocí tzv. řezových rovin

CommandManager (obr. 2.2 (11))

Je základní a nejdůležitější částí pracovní plochy. Pomocí CommandManageru je možné přepínání mezi skicou, modelem a sestavou. Dále CommandManager umožňuje kliknutím na příslušnou ikonu (čára, kružnice, obdélník, atd.) zahájit vytváření prvků.

3. Základní postupy potřebné pro tvorbu kruhové potrubní rozbočky

V první kapitole bylo popsáno základní prostředí 3D CAD systému SolidWorks a zmíněny základní princip tvorby modelu a výkresové dokumentace. Tato kapitola se bude podrobněji zabývat prostředím systému a budou zde popsány nejdůležitější funkce a postupy potřebné pro vytvoření konkrétního dílu potrubních systémů a to potrubní rozbočky. Textový popis uvedený v další části práce se odkazuje na vytvořené videosekvence, které jsou součástí elektronické verze práce.

3.1. Otevření nového dokumentu [\(video 1\)](#)¹

Otevření nového dokumentu se provádí klepnutím na tlačítko *SOUBOR – NOVÝ* v hlavním panelu (obr 2.1 (5)), nebo klepnutím na ikonu *NOVÝ*. Následně se otevře dialogové okno kde jsou na výběr následující 3 možnosti:

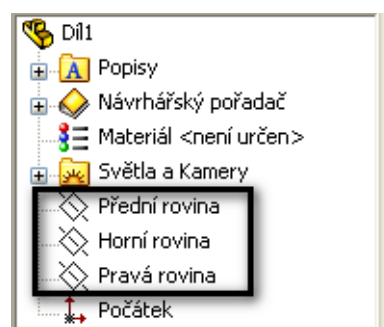
- *DÍL* - pro tvorbu nového dílu
- *SESTAVA* - pro tvoření sestavy
- *VÝKRES* - pro tvorbu výrobního výkresu nebo výkresu sestaven

Nabídka se následně potvrdí tlačítkem *OK*.

3.2. Tvorba skici [\(ukázka tvorby skici \(video 2\)\)](#)

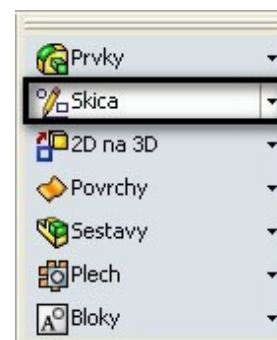
Tvorbou skici začíná každá tvorba jakéhokoli prvku (dílu). Po otevření nového dokumentu (viz kap. 3.1) je možné se do prostředí vytváření skici dostat následujícími způsoby:

- a) pravým tlačítkem myši klepnutím na vybranou rovinu (obr 3.1) ve Strom FeatureManageru (na grafické ploše se zobrazuje její náhled) a vybráním odkazu *VLOŽIT SKICU*.



Obr 3.1 Vytvoření skici

- b) druhý způsob je vybráním funkce *SKICA* (obr. 3.2) v Command-Manager. Po vybrání dalšího příkazu (přímka, obdélník, kružnic atd.) se v grafické ploše objeví všechny možné roviny, ve kterých je možné začít kreslit.



Obr 3.2 Vytvoření skici 1

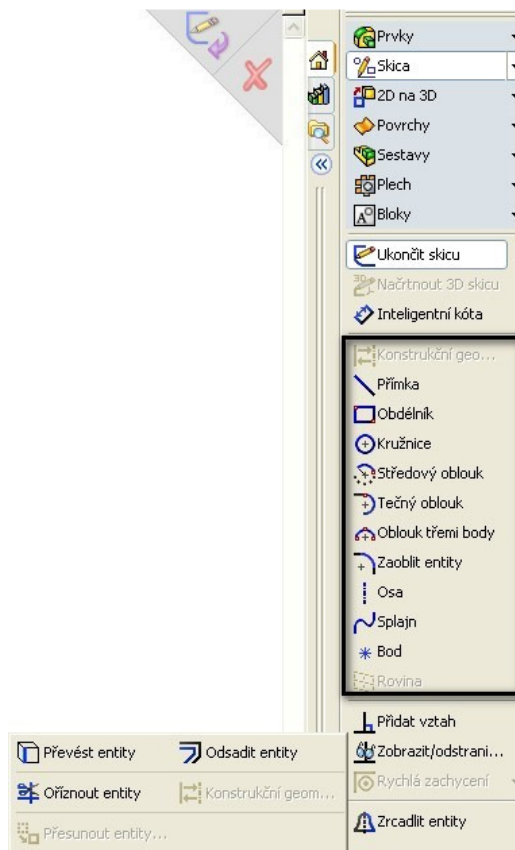
¹ (video 1). Takto označený řádek je odkaz na video soubor. Video soubor lze otevřít podržením klávesy CTRL a klepnutím levého tlačítka myši na daný odkaz. Následně se otevře varovné upozornění, které je nutné potvrdit tlačítkem *OK*. Následně se spustí vybraná videosekvence.

V následném textu budou popsány základní činnosti běžně používané při tvorbě skici.

Kreslení skici

CommandManager obsahuje nabídku přednastavených možností (viz obr 3.3), které slouží pro kreslení skici. Při skicování se dají použít dva režimy:

- klik-klik*: tento režim se aktivuje poklepnutím levým tlačítkem myši na první bod a jeho následným puštěním. Při skicování entit v tomto režimu zůstává příkaz aktivován i po dokončení přímkou nebo oblouku. Ukončit příkaz je možné poklepnutím v pracovní ploše, zmáčknutím tlačítka ESC na klávesnici nebo otevřením nabídky pod pravým tlačítkem myši a vybráním **UKONČIT ŘETĚZ**.
- klik-táhnout*: režim se aktivuje po klepnutí na počáteční bod a jeho následném přetáhnutí. Při použití tohoto režimu se nevytváří řetězec kót tudíž koncový bod jedné entity není počátečním bodem následující.



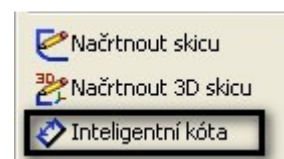
Obr 3.3 CommandManager

Úprava entity

Upravit při naskicování entitu je možné po kliknutí levým tlačítkem myši na tuto entitu. V PropertyManageru se zobrazí možnosti úpravy dané entity. Tyto úpravy se dají provádět již při kreslení skici a možnostmi v CommandManageru jako například přidáním vazeb atd.(viz dále).

Kóty ve skice

Kótování rozměrů skici se nejčastěji provádí pomocí **INTELIGENTNÍ KÓTY** (obr 2.4) v nabídce CommandManageru. [Druhou možností \(video 3\)](#) je kliknutím v hlavním panelu na **NÁSTROJE-KÓTY**. Zde je na výběr z více možností ale většinou si vystačíme jen s inteligentní kótou.



Obr 2.4 Inteligentní kóta

Vztahy ve skice

Pro zjednodušení práce a pro vytvoření přesně definované skici je nezbytné užít funkci **VAZBA**. Vazby slouží k tomu, aby se dvě (nebo více) entit k sobě chovaly podle uživatelem daných pokynů (např. při použití vazby **KOLMÝ** se při jakémkoliv natočení jedné entity k ní druhá natočí o 90°). Možnost [PŘIDAT VZTAH](#) (video 4) najdeme v CommandManageru po kliknutí na **SKICA**, nebo v hlavním panelu pokud otevřeme **NÁSTROJE-VZTAHY**. Jako pomůcka pro orientaci, kde již vztah máme a jaký, popřípadě pokud je potřeba vztah odstranit slouží možnost **ZOBRAZIT/ODSTRANIT VZTAH**, která se nachází na stejném místě jako **PŘIDAT VZTAH**. K dispozici jsou následující typy vztahů:

- a) *vodorovně* – entita bude vždy ve vodorovné poloze
- b) *svisle* – entita bude vždy svislá
- c) *sjednocený* – sjednotí dva body
- d) *střední bod* – entita se uchytí za střední bod
- e) *kolineární* – entita bude mít stejný vektor jako entita vybraná
- f) *kolmý* – entity budou na sebe kolmé
- g) *rovnoběžný* – entity budou rovnoběžné
- h) *stejný* – dvě nebo více entit bude mít stejnou délku
- i) *tečný* – používá se mezi kružnicí a přímkou. Přímka bude tečná ke kružnici
- j) *soustředný* – dvě kružnice budou mít stejný střed
- k) *symetrický*

Pro konkrétní výběr entity popřípadě více entit je možné použít pouze určité vztahy.

Stav geometrie skici

Při navrhování skici je nutné přesně a jednoznačně určit rozměry a vztahy. V průběhu navrhování skici se zobrazují upozornění o stavu skici, které mohou být následující:

- a) *plně určený* – plně určená skica má černou barvu. Všechny entity mají přesně určené rozměry a vztahy.
- b) *podurčený* – podurčené entity mají modrou barvu. Dané prvky je nutno pomocí kót nebo vztahů přesně určit.
- c) *přeurčený* – přeurčené entity mají červenou barvu. Některé kóty nebo vztahy je nutné odstranit, protože jsou duplikující.
- d) *neplatný* – pokud daná skica má nevyřešitelný problém, zobrazí se ve žluté barvě.
- e) *nevyřešeno* – geometrie skici nedokáže určit umístění jedné nebo více entit. Tyto entity se zobrazí růžovou barvou.

3.3. Tvorba rovin

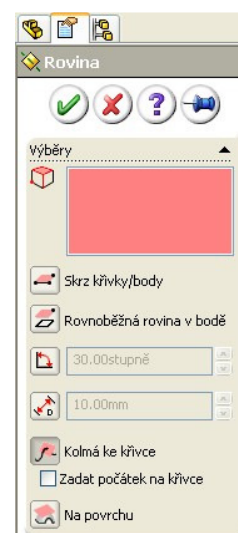
Bez znalosti vytváření pomocných (referenčních) rovin a práce s nimi se pravděpodobně při tvorbě většiny modelů uživatel neobejde. Pomocné skicovací roviny lze vytvořit jako například rovnoběžné roviny se základními pracovními rovinami nebo s jakoukoli jinou. Pomocná rovina může být rovnoběžná jak s jakoukoli plochou nebo k ní může být skloněná o libovolný úhel. Lze také vytvořit rovinu tečnou nebo kolmou ke křivce. Příkaz pro vytvoření roviny [najdeme \(video 5\)](#) v hlavním panelu

VLOŽIT-REFERENČNÍ

GEOMETRII-ROVINA.

V PropertyManageru se otevře dialog pro zadání možnosti dle obr. 3.5. Dialog obsahuje následující položky:

- a) *skrz křivky/body* - rovinu je možno zadat libovolnými třemi body nebo hranou a bodem. Takto jde poměrně snadno vytvořit v jakémkoli místě novou skicovací rovinu, ve které se dá dále vytvářet skica.
- b) *rovnoběžná rovina v bodě* – tato volba má dvě varianty: Rovina rovnoběžná, rovina skloněná pod úhlem. Pomocí obou rovin je možné vytvořit rovinu k ploše, rovině nebo pomocné rovině.
- c) *kolmá ke křivce* - tímto příkazem se vytvoří rovina kolmá k jakékoli křivce. Pokud zaškrtnete možnost *ZADAT POČÁTEK NA KŘIVCE* můžete si i vybrat bod do kterého rovinu umístíte.
- d) *na povrchu* - po zadání plochy a bodu se vytvoří rovina na dané křivce.



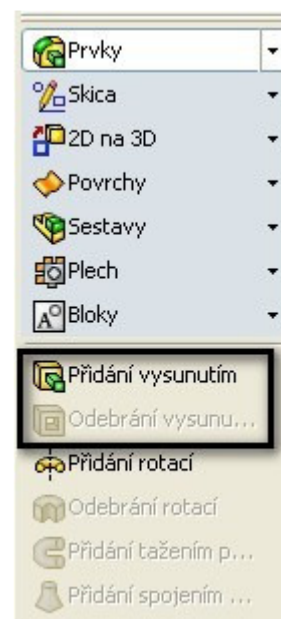
Obr 3.5 Skicovací roviny

Základní práce s rovinami není nijak složitá, ale občas se narazí na problém, který vyžaduje jistou dávku představivosti a zkušeností.

3.4. Přidání, odebrání vysunutím

Operace přidání, odebrání je jednou z nejdůležitějších a nejčastěji využívaných. Tvoří základ pro přeměnu 2D skic na 3D prostorové těleso. Tyto možnosti [najdeme \(video 6\)](#) v CommandManageru. **PRVKY-PŘIDÁNÍ VYSUNUTÍM (ODEBRÁNÍ VYSUNUTÍM):**

- přidání vysunutím (video 7)** – slouží pro změnu 2D prvku na 3D těleso. Po ukončení tvorby skici se pomocí tohoto příkazu vytvoří model.
- odebrání vysunutím** – postup je obdobný jako při přidání. Slouží k odebrání dané části modelu podle předem navržené skici.
- další možnosti** – dalšími možnostmi vytvoření tělesa není nutné se zabývat, protože je pravděpodobně nebude pro náš účel nutné využít.

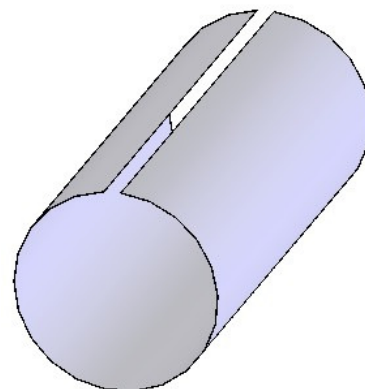


Obr 3.6 Vysunutí

3.5. Tvorba plechových dílů (video 8)

Základní filozofie tvorby plechových dílů je zřejmá z příslušného videa. Důležité je připomenout, že plechový díl obvykle vzniká skružením rovného plechu. Při modelování plechových dílů je tuto skutečnost nutné respektovat. Vzniklý model musí být rozvinutelný čehož se většinou dosáhne vhodným způsobem skicování (obr. 3.7). V nabídce **PLECH** v CommandManageru je k dispozici výběr ze dvou možností jak vytvořit plechovou součást:

- základní plech/ouško** – slouží pro vysunutí prvku na určitou vzdálenost.
- plechové spojení profilů** – tato možnost slouží pro spojení dvou profilů (kruh – čtverec atd.).



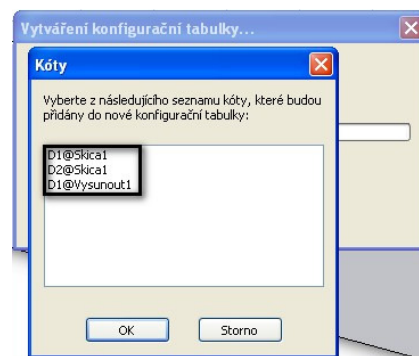
Obr. 3.7 Plechový díl

3.6. Tvorba symetrických těles a rovin symetrie (video 9)

Pokud má těleso nějaké osy symetrie je vhodné jich využít, a to tak, že se těleso umístí za střed do počátku souřadného systému a vysunutí je prováděno pomocí volby **SYMETRICKÉ VYSUNUTÍ**. Tato konstrukce je velkou výhodou pro sestavování sestav, protože umožní jednoduše vazbit tělesa za jejich základní roviny a pomocí jejich posunů. Toto má výhodu v tom, že když se při následné změně základní skici (např. čtverec) změní na jiný tvar (např. kruh) nedojde ke chybě sestavy v důsledku vazeb na chybějící plochy. To je dáno tím, že vazby tělesa nejsou závislé na jeho geometrii, ale pouze na umístění základních rovin.

3.7. Konfigurační tabulka, konfigurace [\(video 10\)](#)

Využití konfigurační tabulky je výhodné především pokud se pracuje s normalizovanými díly, které nemá ve své databázi SolidWorks (např. příruby). Konfigurační tabulka pracuje na principu parametrizování daných kót. Pro zjednodušení práce je vhodné si kóty pojmenovat. Kóty na modelu není nutné parametrizovat všechny. Výběr kót pro parametrizování se provádí v dialogovém okně, které se zobrazí po použití této funkce (viz obr. 3.8). Po vybrání kót pro parametrizování se výběr potvrdí tlačítkem *OK*. Následně se již zobrazí konfigurační tabulka. Do prvního sloupce se vždy zapisuje název konfigurace a další sloupce jsou již parametry daných kót. Po doplnění daných údajů do tabulky a jejím potvrzení (klepnutí levým tlačítkem mimo ní) se objeví zpráva, *KONFIGURAČNÍ TABULKA VYTVOŘILA NÁSLEDUJÍCÍ KONFIGURACI* (a její název). Po otevření ConfigurationManageru se zde objeví právě vytvořená konfigurace.



Obr 3.8 Konfigurační tabulka

Další postupy související s modelováním součásti, které nejsou již tak důležité, budou vysvětleny až při popisu tvorby konkrétního potrubního dílu (potrubní odbočky).

4. Modelování, výhody a nevýhody jednotlivých konstrukcí T-trubky

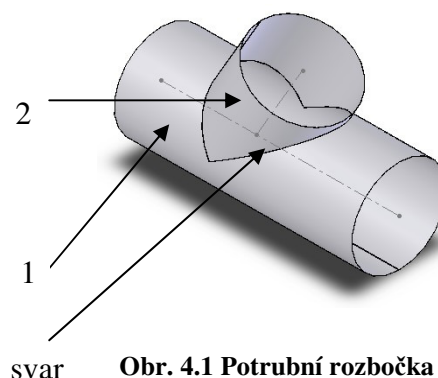
V této kapitole bude detailně zmíněna problematika tvorby konkrétního potrubního dílu rozboček ve smyslu efektivního použití systému. Efektivním použitím se rozumí takový postup modelování, který umožní:

- snadnou modifikaci dílů a jeho rozměrů
- maximální změnu výrobní dokumentace po změně modelů bez zásahu uživatele
- snadné použití dílu v sestavách potrubních systémů

Budou zhodnoceny různé způsoby modelování z pohledů výše uvedených aspektů.

Potrubní rozbočka (viz obr. 4.1) se skládá ze dvou částí a to z průběžné části (1) a nátrubku (2), které se svaří do jednoho celku. Proto je nezbytné tento prvek modelovat jako sestavu. V prostředí SolidWorksu jsou možné následující způsoby vytváření sestav:

- *zdola nahoru* – Tento způsob spočívá v odděleném vytvoření všech dílů, které se následně poskládají do sestavy pomocí vazeb a jiných k tomu určených postupů.
- *shora dolů* (tzv. *kontextový design* [3]) – Díly sestavy se vytvoří přímo modelováním v sestavě a to za pomoci funkce **VLOŽIT NOVÝ DÍL**, kterou [najdeme \(video 11\)](#) v **HLAVNÍ NABÍDCE-VLOŽIT-SOUČÁST-NOVÝ DÍL**.



Obr. 4.1 Potrubní rozbočka

Většina příruček a manuálů popisuje obecné rady a doporučení pro použití těchto dvou způsobů. V následujících kapitolách bude ukázán aplikace těchto postupů při modelování konkrétní součásti.

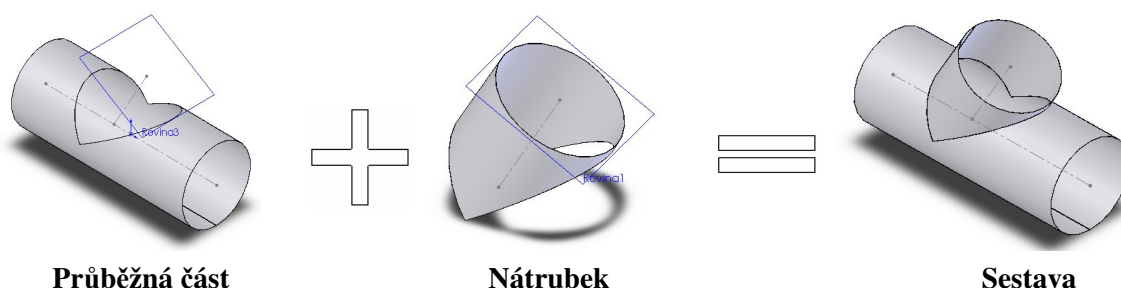
V příloze 1 jsou umístěny veškeré modely vytvořené v SolidWorksu.

4.1. Vytvoření modelu T-trubky pomocí metody zdola nahoru

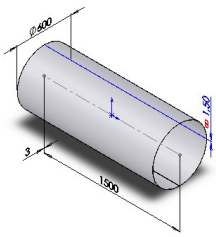
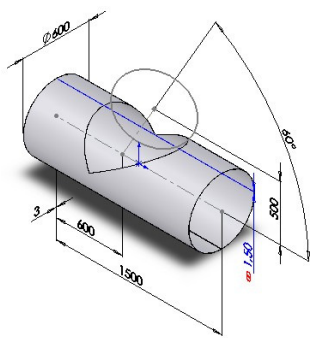
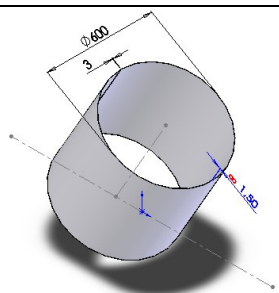
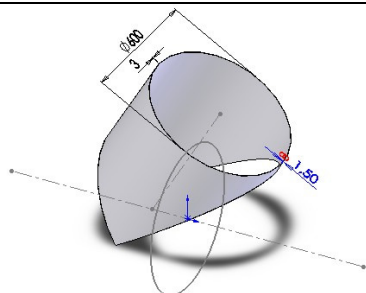
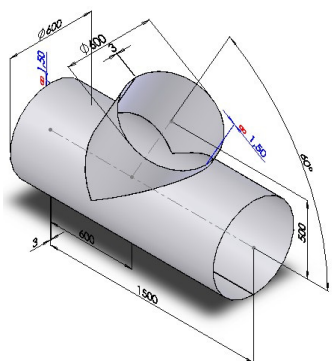
Způsob zdola nahoru je běžně využíváný. Nevyužívá ovšem veškeré možnosti při, které SolidWorks nabízí.

Postup vytvoření potrubní rozbočky

Filozofie vytvoření modelu je patrná z obrázku 4.2. Celý postup je pak detailně dokumentován videosekvencí rozdělenou do několika částí (viz tab. 4.1). Tabulka 4.1 dále obsahuje důležitá upozornění a doporučení, která se vztahují k úkonům prováděným ve videosekvenci. Jejich význam a smysl je zřejmý až po zhlédnutí vytvořeného videa.



Obr 4.2 Postup vytváření metodou zdola nahoru

Videoukázka	Cíl	Upozornění/Doporučení
průběžná trubka		<ul style="list-style-type: none"> – střed hlavní osy je umístěn v počátku souřadného systému z důvodů dodržení symetrie těles (viz kap. 3.6) – změna směru tloušťky plechu souvisí s faktem, že normy uvádí vždy venkovní průměr potrubí
průběžná trubka - odřezání		<ul style="list-style-type: none"> – změna délky od okraje vodorovné osy po osu nátrubku (odřezávací kružnice) – aby byl přesně a jednoznačně určen bod, po který se bude provádět ořezání – průměr ořezávací kružnice musí být o dvojnásobek tloušťky daného dílu menší. Díl, který se do vyříznuté části vkládá, se ukotvuje za svůj jmenovitý průměr nikoli za vnější. Tento postup platí ve všech následujících modelech
nátrubek		<ul style="list-style-type: none"> – základní osy musí být naskicovány v obou součástech. Obě skic jsou přitom na sobě nezávislé (při změně jedné se druhá nezmění)
nátrubek - odřezání		<ul style="list-style-type: none"> – odřezávací kružnice je umístěna v počátku z důvodu dodržení symetrie tělesa a také protože při jistých konfiguracích by mohlo dojít ke kolapsu pokud by byla odřezávací kružnice jinde
t-trubka		<ul style="list-style-type: none"> – vložení první součásti do počátku se hlavní roviny dané součásti zavazbí s hlavními rovinami sestavy. V následujícím kroku je vidět ukázka vazbení při symetrii tělesa
t-trubka - rovnice		<ul style="list-style-type: none"> – viz text u obr 4.3
t-trubka - odstranění kót		<ul style="list-style-type: none"> – pro správné skrytí kót je důležité, aby byly zobrazeny všechny kóty jak v dílech tak i v celé sestavě

Tab. 4.1 Komentář k videosekvencím při tvorbě způsobem zdola nahoru

Komentář pro videosekvenci t-trubka - rovnice

Všechny rovnice jsou zadány tak, aby provázaly kóty mezi průběžnou částí a nátrubkem. Význam většiny rovnic je patrný z video ukázky. Obr. 4.3 ukazuje dvě obtížnější rovnice. Vysvětlení těchto dvou na první pohled složitějších rovnic je ale poměrně jednoduché. Vychází z toho, že odřezávací kružnice musí být rovna průměru daného dílu, od kterého ještě odečteme dvojnásobek tloušťky tohoto dílu.

$$\begin{array}{l} \underbrace{"D1@Skica5@vrch.Part"}_1 = \underbrace{"D1@Skica2@spodek.Part"}_2 - 2 * \underbrace{Tloušťka@Plechový díl1@spodek.Part}_3 \\ \underbrace{"D1@Skica5@spodek.Part"}_4 = \underbrace{"D1@Skica3@vrch.Part"}_5 - 2 * \underbrace{"Tloušťka@Plechový díl1@vrch.Part"}_6 \end{array}$$

Legenda:

- 1) odřezávací kružnice nátrubku, která simuluje odřezání průběžné části.
- 2) průměr průběžné části.
- 3) tloušťka stěny průběžné části.
- 4) odřezávací kružnice na průběžné části, která simuluje odřezání nátrubku.
- 5) průměr nátrubku.
- 6) tloušťka stěny nátrubku.

Obr 4.3 rovnice

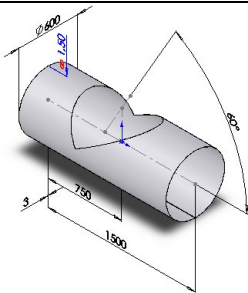
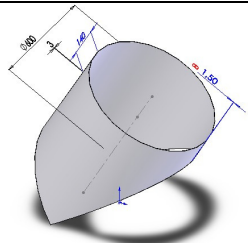
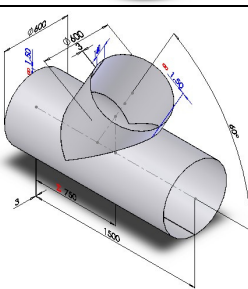
Tento způsob zadání odřezávacích kružnic je pro tento případ nejlepší. Při jiném zadání by mohlo docházet k různým kolapsům sestavy. Pokud by se ale měnili rapidně tloušťky jednotlivých dílů (např. 50 mm průběžná část, 2 mm nátrubek), nemuselo by docházet k chybám v sestavě, ale určitě by se objevily chyby ve výkresech.

Úprava na normalizovanou potrubní rozbočku

Dosud vytvořený model potrubní rozbočky lze jednoduchými postupy upravit na normalizovanou součást dle ON 12 0007. Norma uvádí tři druhy normalizovaných potrubních rozboček (viz příloha 2.):

- a. jednoduchá 30°
- b. jednostranná přechodová 30°
- c. oboustranná 30°

Dále se budeme zabývat pouze odbočkou jednoduchou 30°. Model jednostranné přechodové odbočky je přiložen v příloze 1. Oboustranná odbočka je kombinací prvních dvou zmíněných typů s tím rozdílem, že nátrubek je vytvořen na obou stranách průběžné části.

Videoukázka	Cíl	Upozornění/Doporučení
průběžná trubka		– norma (viz příloha 2) uvádí mírně odlišné zakótování, než bylo provedeno v první části této kapitoly (viz tab. 4.1). Proto bylo nutné upravit způsob zakótování skici
nátrubek		– norma (viz příloha 2) uvádí mírně odlišné zakótování, než bylo provedeno v první části této kapitoly (viz tab. 4.1). Proto bylo nutné upravit způsob zakótování skici
t-trubka - rovnice		<ul style="list-style-type: none"> – po odstranění některých kót v přímé části a nátrubku je nutné v sestavě upravit rovnice protože pracovaly s původními názvy kót – rovnice, která řeší délku osy nátrubku po průměr průběžné části bude vysvětlena níže (obr 4.4) – většina úprav by měla být zřejmá po shlédnutí přiložené videoukázky

Tab. 4.2 Modifikace s ohledem na normu ON 12 0007

$$\underbrace{D2@Skica2@vrch.Part}_{1} \underbrace{(D4@Skica1@spodek.Part)}_{2} = \underbrace{("D1@Skica2@vrch.Part" / 2)}_{3}$$

$$* \underbrace{\cos("D3@Skica1@spodek.Part"))}_{3} + \underbrace{(D1@Skica2@spodek.Part - 2 * "Tloušťka@Plechový}_{4}$$

$$\underbrace{dl1@spodek.Part)}_{4} / 2 + 0.001$$

Legenda:

- 1) vzdálenost středu vysunovací kružnice na ose nátrubku od osy průběžné části.
- 2) poloměr nátrubku.
- 3) cosinus úhlu sklonění osy nátrubku.
- 4) poloměr odřezávací kružnice nátrubku (viz kapitola 3.2.2 ad 6))
- 5) aby bylo možné tímto způsobem díl vytvořit je nutné přičíst elementární dílek jinak program nevytváří součást správně.

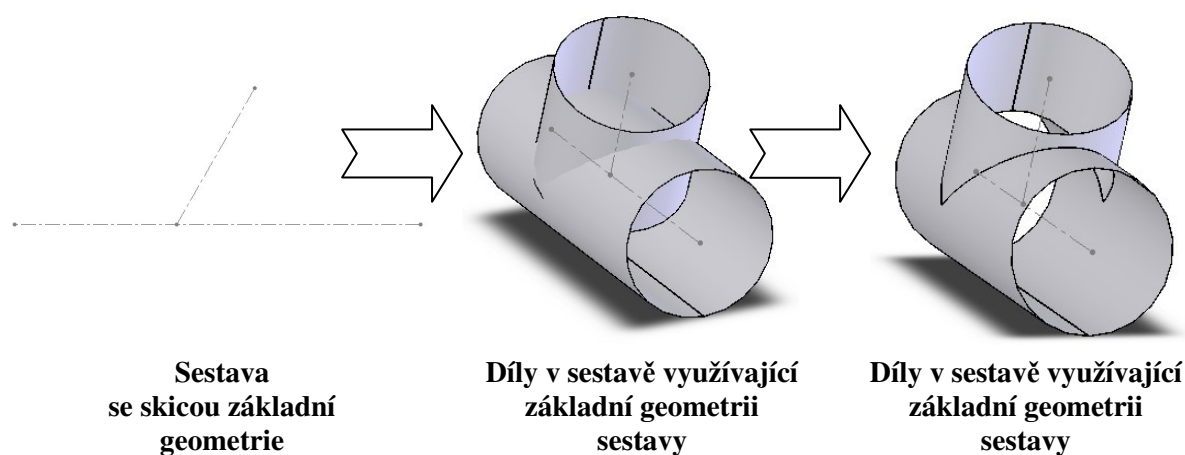
Obr. 4.4 rovnice

4.2. Vytvoření modelu T-trubky pomocí metody shora dolů (kontextový design).

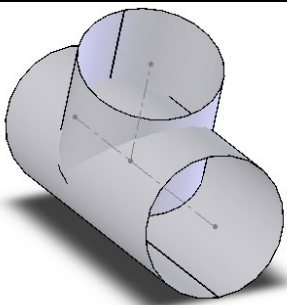
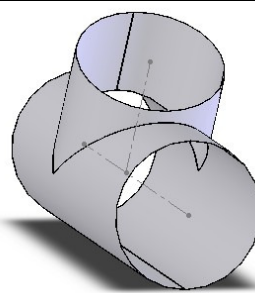
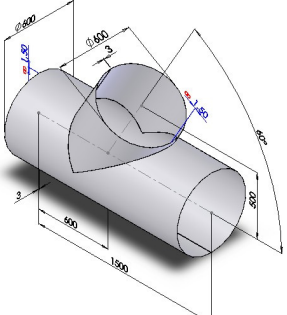
Aby bylo možné tímto způsobem potrubní rozbočku vytvořit je nutné vypnout funkci NEVYTVÁŘET VNĚJŠÍ ODKAZI v HLAVNÍM PANULY-NÁSTROJE-MOŽNOSTI-VNĚJŠÍ ODKAZY ([více video 12](#)).

Postup vytvoření potrubní rozbočky

Filozofie postupu vytváření potrubní rozbočky postupem „shora dolů” je patrná z obrázku 4.5 a tabulky 4.3.



Obr. 4.5 Postup vytváření metodou shora dolů

Videoukázka	Cíl	Upozornění/Doporučení
t-trubka		- celý postup by měl být patrný ze přiložené videosekvence
t-trubka - odřezání		- celý postup by měl být patrný ze přiložené videosekvence
t-trubka - rovnice, odstranění kót, konfigurace		- celý postup by měl být patrný ze přiložené videosekvence

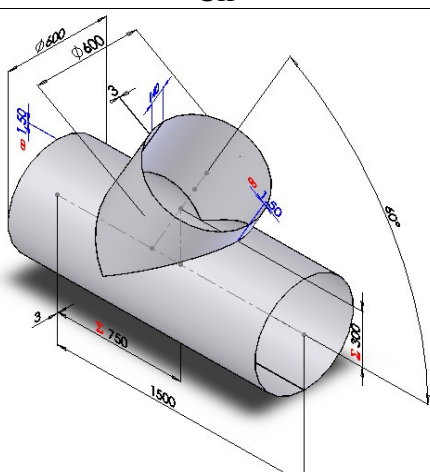
Tab. 4.3 Videosekvence popisující tvorbu způsobem shora dolů

Všeobecné upozornění pro tvorbu metodou shora dolů

- Obecně zde platí ty samé postupy jako v kapitole 4.1.
- Tento způsob klade zvýšené nároky na způsob práce a vyžaduje určité zkušenosti a osvojení postupů. Uživatel se musí neustále přepínat mezi jednotlivými díly i sestavou, tak, aby v daný okamžik editoval ten správný model.

Úprava na normalizovanou potrubní rozbočku

Obdobně jako v případě předchozím je uveden postup přepracování na normalizovaný potrubní díl.

Videoukázka	Cíl	Upozornění/Doporučení
t-trubka		<ul style="list-style-type: none">– před úpravou os se doporučuje nejdříve odstranit všechny kóty a následně provést opravu a znovu zakótovat
t-trubka - oprava		<ul style="list-style-type: none">– SolidWorks nedokáže provést správně obnovení. Příčina chyby je neznámá, ale nejspíš bude způsobena velkou provázaností jednotlivých částí. Chybu lze odstranit potvrzením správného vložení roviny (viz přiložená videosekvence)

Tab. 4.4 Modifikace s ohledem na normu ON 12 0007

4.3. Výhody a nevýhody obou způsobů

V předchozích kapitolách byl detailně ukázán postup vytváření potrubní rozbočky jednotlivými způsoby. Nyní bude provedeno závěrečné vyhodnocení výhod a nevýhod obou způsobů. Výhody a nevýhody jednotlivých způsobů při tvorbě sestavy, u které se předpokládá častá modifikace tvaru jsou popsány a shrnuty v tab. 4.5 a 4.6

Zdola nahoru (jednotlivé díly složené do sestavy)	Shora dolů (model jako celek tvořen v sestavě)
- tento postup je přirozenější, obzvláště pro uživatele, kteří dříve modelovali v jiném 3D programu	- jednoznačně lehčí při modelování
- velké množství různých úprav, které nejsou možné ve 2 způsobu (např. osy v konfiguracích)	- menší počet rovnic a všechny jsou na jednom místě (v sestavě)
	- velká přehlednost při práci, protože se celé modelování odehrává v jednom okně a souboru
	- lze vytvořit konfigurační tabulku a zjednodušené konfigurace
- náročnost úprav na normalizovaný díl je přibližně stejná	

Tab. 4.5 Výhody

Zdola nahoru (jednotlivé díly složené do sestavy)	Shora dolů (model jako celek tvořen v sestavě)
- některé rovnice je nutno dělat přímo v daném dílu	- menší možnost úprav (např. osy v konfiguracích)
- velké množství rovnic	- výskyt chyby při obnovení (viz tab. 4.4)
- oba díly musí být naprosto stejné, jinak je skládání do sestavy problematické	- vyžaduje větší zkušenosti uživatele
- nutnost provádět většinou složité vazbení dílů do sestavy	
- nereálné vytvořit ručně modifikace sestavy pomocí konfigurační tabulky a zjednodušené konfigurace. Bylo by nutné vytvořit tabulku zvlášť v každém díle, což by postrádalo veškeré její přednosti	

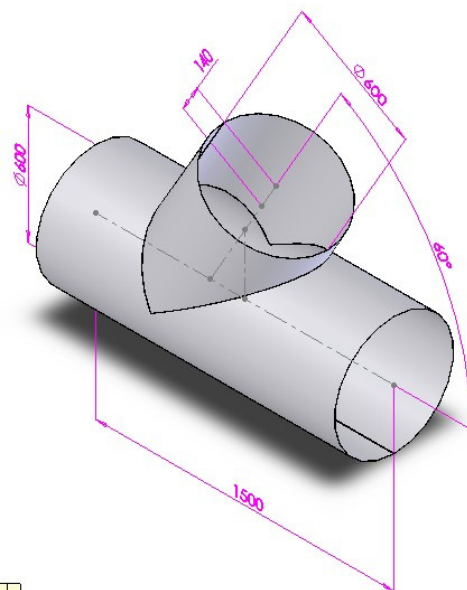
Tab. 4.6 Nevýhody

Závěrečné vyhodnocení

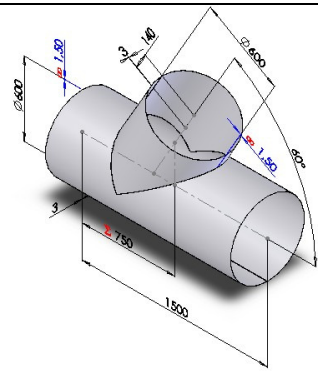
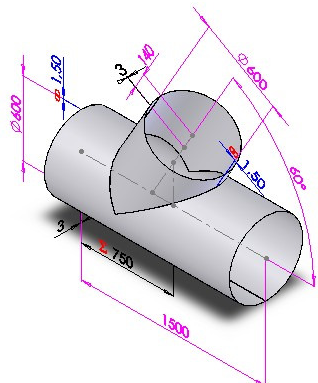
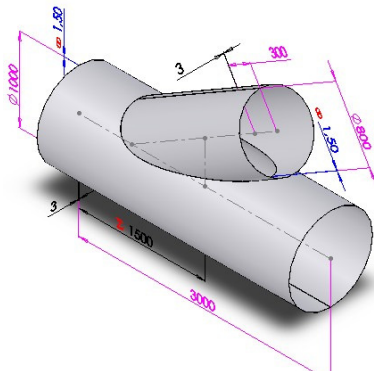
Z výhod a nevýhod jednotlivých postupů je zřejmé, že modelování způsobem SHORA DOLŮ je výhodnější, protože dává větší možnost modifikovatelnosti. Proto se v dalším textu budeme zabývat jen tímto způsobem.

4.4. Vytvoření konfigurační tabulky a zjednodušených konfigurací

Hlavním úkolem práce je vytvoření knihovny standardních dílů, která bude obsahovat různé konfigurace (liší se v charakteristických rozměrech viz obr. 4.6)



Obr. 4.6 charakteristické rozměry

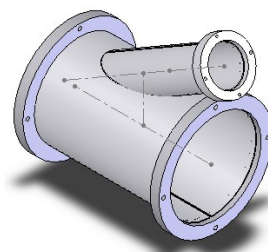
Videoukázka	Cíl	Upozornění/Doporučení
potřebné úpravy		– SolidWorks nedokáže do konfigurační tabulky použít kótu z jiného dokumentu než právě z toho, ve kterém se tabulka vytváří.
konfigurační tabulka		– postup vytvoření je patrný z příložené videoukázky a detailně je popsán v kapitole 3.7
práce s konfigurační tabulkou		– bez komentáře

Tab. 4.7 konfigurace

Pokud se přejmenují kóty je nutné udělat úpravy v rovnicích (přejmenované kóty přepsat novými jmény) jinak by byly nefunkční (mezikrok bez video ukázky).

5. Vytvoření přírub, spojení příruby a T-trubky do sestavy

V předchozích kapitolách byl popsán postup modelování potrubní odbočky, kterou je však nutné rozšířit o kruhové příruby, které slouží pro montáž dílu k dalším součástem. Vymodelování přírub a jejich připojení k potrubní rozbočce je úkolem této kapitoly.



Obr 5.1 Sestava

5.1. Vymodelování přírub

Videoukázka	Cíl
příruba	
příruba-konfigurace	

Tab. 5.1 Příruba

Protože vytvoření příruby dle tab. 5.1 představuje snadný úkol, jehož dílčí kroky jsou běžně popsány v různých manuálech a knižních publikacích, nebude toto blíže rozebíráno. Detaily jsou ke zhlédnutí ve videoukázkách.

5.2. Spojení příruby a T-trubky do sestavy

Jedná se opět o jednoduchý úkol, budou zmíněny pouze některé důležité body.

Videoukázka	Cíl	Upozornění/Doporučení
složení dílů do sestavy		– vazby rovin je nutné provést tak jak je naznačeno v příslušné video ukázce. Jiné zavazbení by nemuselo splnit správný účel. Vazba mezi pláštěm t-trubky a vnitřním průměrem přírub je možné provést pomocí funkce <i>SOUSTŘEDNÁ</i> nebo <i>ROVNOBĚŽNÁ</i> .
ukázka práce se sestavou	—	– pro správnou funkci je nutné, aby byli vlastnosti součásti (viz video) nastaveny na „ <i>POUŽÍT NYNĚJŠÍ NEBO POSLEDNÍ ULOŽENOU KONFIGURACI</i> “ <i>PRO SOUČÁST</i> ”.

Tab. 5.2 Sestava T-trubky s přírubami

6. Vytvoření výrobní dokumentace

Finálním krokem a nejdůležitějším výstupem (dle obr. 2.1) je vytvoření výrobní dokumentace, která je obvykle tvořena výrobním výkresem a montážním výkresem sestavení. Cílem je vytvořit dokumentaci, která se bude v maximální míře automaticky (bez zásahu uživatele) měnit podle změny rozměrů modelu. Tím se myslí:

- změna kót ve výkresech
- automatické doplnění kusovníků
- aktualizace razítka
- atd.

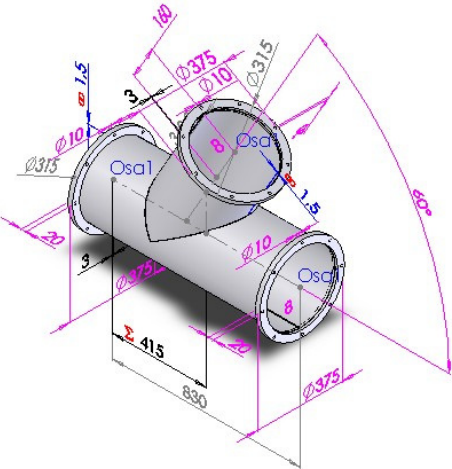
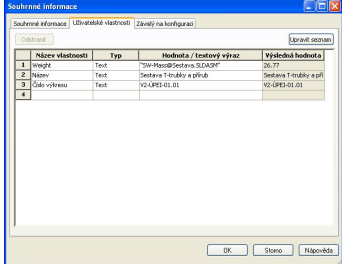
Obecně se doporučuje do rohových razítek (respektive kusovníku) doplňovat ručně co nejméně údajů. Při správném postupu se údaje pro razítko načítají z vlastností modelu. Například pro řešenou tvarovku se pro rohové razítko vyžaduje doplnit rozměr modelu (např. TR Ø300x1,5 – 1000). Při řešení tohoto problému je na výběr ze dvou možností:

- Uložit díly v rozvinutém stavu a do jejich vlastností doplnit vlastnost DÉLKA, ŠÍŘKA. Tímto by bylo možné do rohových razítek výrobních výkresů nechat automaticky doplňovat rozměr polotovaru.
- Uložit díly v konfiguraci výchozí (svinutý tvar) do vlastností doplnit vlastnost rozměr, která se využije ve výkresu sestavení v kusovníku.

Obě možnosti jsou ekvivalentní, ale navzájem se vylučují. Dále se budeme zabývat možností *b*).

6.1. Potřebné úpravy

Pro vytvoření výrobní dokumentace je nutné provést jisté úpravy na modelech. Tyto úpravy jsou shrnuty a popsány v tab. 6.1 a v následujících textech.

videoukázka	cíl	upozornění
<p><u>přeprocování sestavy</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> - doplnění kót do jednotlivých dílů (průběžná část, nátrubek) je z důvodů definování jejich vlastností. - vytvořené pohledy (<i>PRO VÝKRES a 30°</i>) jsou potřebné pro výrobní výkresy jako základní pohledy. Pohledy vytvořené v sestavě (<i>PRO VÝKRES a PRO VÝKRES 1</i>) jsou potřebné pro montážní výkres sestavení. - při vytváření pohledů u výrobních výkresu se vyskytne chyba popsane níže.
<p><u>vlastnosti dílů a sestavy</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> - postup je patrný po zhlédnutí videoukázky.
<p><u>přidání konfigurací</u></p>	<p>viz obr. 6.1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - postup je patrný po zhlédnutí videoukázky.

Tab. 6.1 Potřebné úpravy

	úhel@Skica1	délka@Skica1	délka-vrch@Skica2	průměr-vrch@Skica3	průměr-spodek@Skica3
Výchozí	60	1500	140	600	600
1.1	30	700	160	250	315
1.2	30	830	160	315	315
1.3	30	320	140	80	140
1.4	30	440	140	140	140
1.5	30	1280	180	450	900
1.6	30	2080	200	900	900
2.1	45	700	160	250	315
2.2	45	830	160	315	315
2.3	45	320	140	80	140
2.4	45	440	140	140	140
2.5	45	1280	180	450	900
2.6	45	2080	200	900	900
3.1	60	700	160	250	315
3.2	60	830	160	315	315
3.3	60	320	140	80	140
3.4	60	440	140	140	140
3.5	60	1280	180	450	900
3.6	60	2080	200	900	900
4.1	90	700	160	250	315
4.2	90	830	160	315	315
4.3	90	320	140	80	140
4.4	90	440	140	140	140
4.5	90	1280	180	450	900
4.6	90	2080	200	900	900

	vnější průměr@Skica1	vnitřní průměr@Skica1	průměr roztečné kružnice@Skica2	průměr díry@Skica2	počet děr@Kruhové pole1	tloušťka@Vysunutí1
Výchozí	650	600	625	10	10	10
*.1,2	375	315	350	10	8	20
*.3,4	190	140	170	10	8	20
*.4,5	1000	900	960	15	24	20

	vnější průměr@Skica1	vnitřní průměr@Skica1	průměr roztečné kružnice@Skica2	průměr díry@Skica2	počet děr@Kruhové pole1	tloušťka@Vysunutí1
Výchozí	650	600	625	10	10	10
*.1	310	250	285	10	8	20
*.2	375	315	350	10	8	20
*.3	130	80	110	10	4	20
*.4	190	140	170	10	8	20
*.5	530	450	495	12	12	20
*.6	1000	900	960	15	24	20

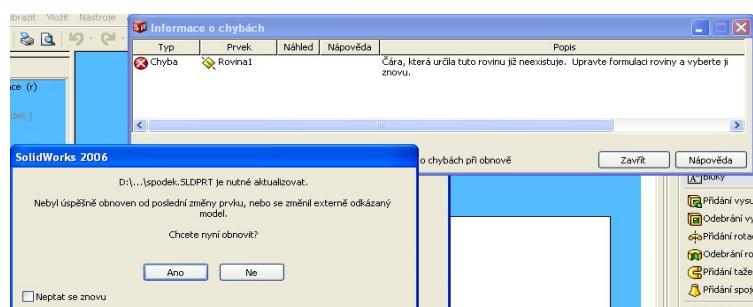
Příruba na průběžné části

Příruba na nátrubku

T-trubka

Obr 6.1 Konfigurační tabulky

Po vytvoření nového pohledu (viz tab. 6.1) a opětovném přepnutí na konfiguraci rozvinu nebo přepnutí zpět na výchozí, nahlásí SolidWorks informaci o chybách (viz obr. 6.2). Program pouze neví, kde má v novém pohledu osu rozvinutí. Chyba se vyřeší sama po klepnutí na ANO

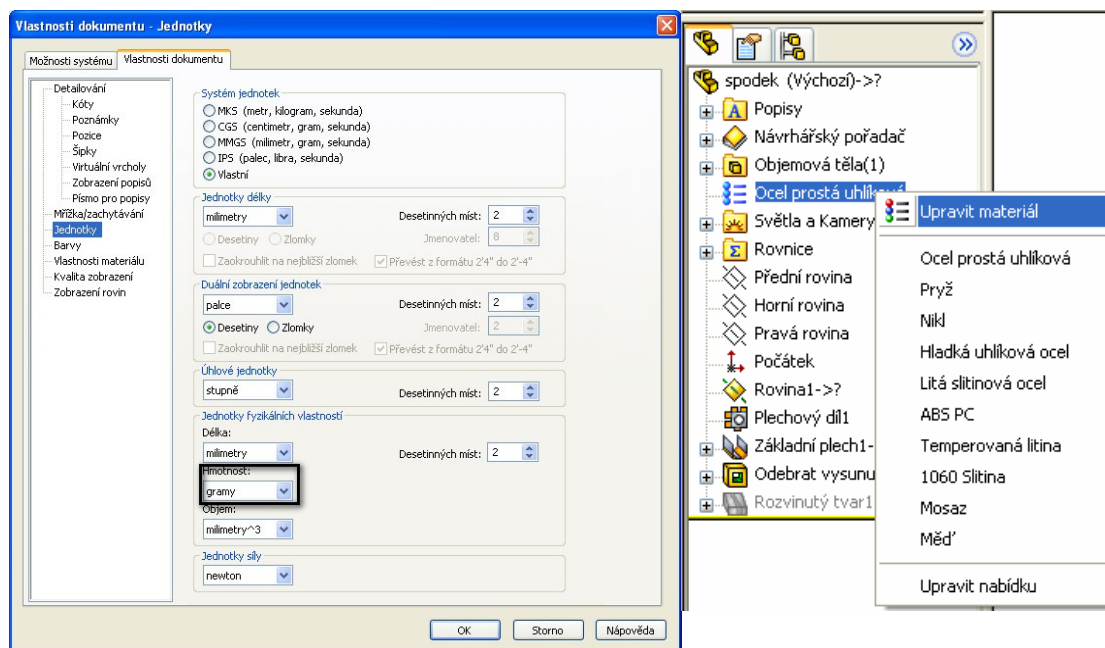


Obr 6.2 Hlášení chyby

Závěrečné shrnutí požadavků

Všechny doplněné vlastnosti jsou vytvořené tak, aby pokryly veškeré požadavky výrobní dokumentace. Velmi důležitou vlastností je *HMOTNOST*. Pro správnou funkci této vlastnosti jsou nutné následující úpravy:

- SolidWorks má automaticky nastaveno počítání v gramech, což se pro náš účel nehodí a potřebujeme, aby se hmotnost uváděla v kilogramech. Toto se nastaví ve HLAVNÍM PANELU – NÁSTROJE – MOŽNOSTI – VSLATNOSTI DOKUMENTU – JEDNOTKY (viz obr. 6.3).
- Je také nutné provést nastavení materiálu z jakého je díl vyroben. Toto nastavení se provádí ve Strom FeatureManageru (viz obr. 6.3).

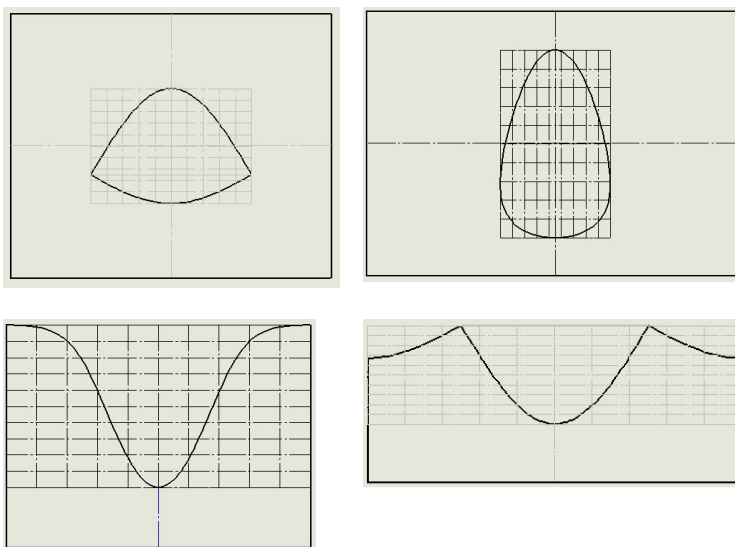


Obr. 6.3 Změny potřebné pro správné zobrazení hmotnosti

Jako další upozornění je důležité zmínit, jak se ve vlastnostech zobrazuje značka průměru. Tento znak se zobrazuje pomocí zápisu `<MOD-DIAM>` napsané v místě, kde chceme vložit jeho značku.

6.2. Vytvoření výrobních výkresů

V této kapitole se budeme zabývat vytvořením výrobních výkresů průběžné části a nátrubku. Již v předchozích kapitolách bylo poukázáno na to, že je snahou vše vytvořit co nejuniverzálněji, což se u modelů povedlo. Nyní nastává otázka, jak vytvořit co nejuniverzálněji výrobní výkresy. Již na první pohled (viz obr. 6.4) je patrné, že omezení univerzálnosti je dáno zejména velkou různorodostí tvarů vnitřních rozměrů. Proto se omezíme pouze na základní sklony nátrubku tj. 30°, 45°, 60°, 90°. Délky, průměry a jiné základní rozměry nijak omezovat nebudeme. V následující tabulce jsou umístěny videosoubory popisující vytváření jednotlivých výrobních výkresů, které jsou doplněny o komentáře.



Obr. 6.4 Rozdílnost tvarů vzniklých rozvinů

1.	<u>průběžná část (30°,45°) - rozdílné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu průběžné části pro rozdílné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 30° a 45°.
2.	<u>průběžná část (60°) - rozdílné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu průběžné části pro rozdílné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 60°.
3.	<u>průběžná část (90°) - rozdílné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu průběžné části pro rozdílné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 90°.
4.	<u>průběžná část (30°,45°) - stejné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu průběžné části pro stejné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 30° a 45°.
5.	<u>průběžná část (60°) - stejné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu průběžné části pro stejné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 60°.
6.	<u>průběžná část (90°) - stejné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu průběžné části pro stejné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 90°.
7.	<u>nátrubek (30°,45°,60°) - rozdílné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu nátrubku pro rozdílné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 30°, 45° a 60°.
7.1.	<u>nátrubek (30°,45°,60°) - rozdílné průměry - úprava pro 45°</u>	– úprava nátrubku pro sklon 45°.
7.2.	<u>nátrubek (30°,45°,60°) - rozdílné průměry - úprava pro 60°</u>	– úprava nátrubku pro sklon 60°.
8.	<u>nátrubek (30°,45°,60°) - stejné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu nátrubku pro stejné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 30°, 45° a 60°.
8.1.	<u>nátrubek (30°,45°,60°) - stejné průměry - úprava pro 45°</u>	– úprava nátrubku pro sklon 45°.
8.2.	<u>nátrubek (30°,45°,60°) - stejné průměry - úprava pro 60°</u>	– úprava nátrubku pro sklon 60°.
9.	<u>nátrubek (90°) - rozdílné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu nátrubku pro rozdílné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 90°.
10.	<u>nátrubek (90°) - stejné průměry</u>	– vytvoření výrobního výkresu nátrubku pro stejné průměry průběžné části a nátrubku skloněné o úhel 90°.

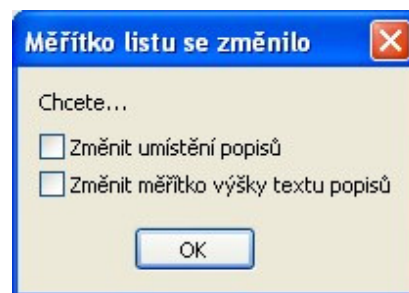
Tab. 6.2 Výrobní výkresy

Postup vytváření by měl být patrný po zhlédnutí videoukázek umístěných v tabulce 6.2. Nyní jí doplníme o jisté upozornění a potřebné nastavení.

Obecné pokyny

Při tvorbě výrobních výkresů může docházet k následujícím problémům:

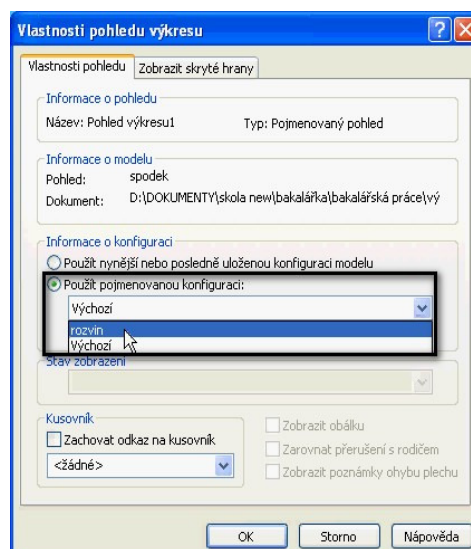
- Při každé změně konfigurace t-trubky je nutné otevřít jednotlivé díly (průběžná část, nátrubek) a otevřít konfiguraci rozvin (v ConfigurationManageru). Po provedení tohoto úkonu je nutné díly, t-trubku i celou sestavu postupně uložit. Tímto „naučíme“ SolidWorks jak má daný rozvin vypadat a následně je možné otevřít příslušný výrobní výkres.
- Při použití funkce *KÓTOVÁNÍ OD ZÁKLADNY*, kterou [najdeme \(video 13\)](#) v *HLAVNÍM PANELU-NÁSTROJE-KÓTY-OD ZÁKLADNY* se s kótami pracuje jako s celkem (při posunutí jedné se vůči ní posunou i zbývající).
- Pokud je potřebné změnit měřítko v jakém je pohled vložen [postupuje se \(video 14\)](#) tak, že se pravým tlačítkem myši klikne na LIST (ve Strom FeatureManageru)-VLASTNOSTI a zde se nastaví měřítko. Ostatní prvky, ve kterých je možné měnit měřítko musí být nastaveny tak jak je naznačeno na videoukázce 14 (tj. POUŽÍT MĚŘÍTKO LISTU). Po změně měřítka program zobrazí zpráva (viz obr 6.5) *MĚŘÍTKO LISTU SE ZMĚNILO*. Zde nesmí být nic zaškrtnuto a hláška se potvrdí tlačítkem OK.



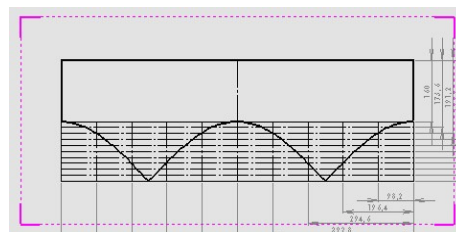
Obr 6.5 Měřítko listu

Odůvodnění některých postupů při vytváření výrobních výkresu průběžné části

- Základní postup vytváření výrobního výkresu průběžné části je zaznamenán na video ukázkách 1 až 6 tab. 6.2.
- Po vložení základního pohledu (tlačítko *POHLED MODELU*) je nutné přepnout na konfiguraci rozvin viz obr. 6.6. Aby byl pohled použitelný musí se změnit orientace pohledu na orientaci *PRO VÝKRES*
- Veškeré kreslení, které je prováděno (mřížka atd.) se musí provádět do růžově ohraničeného prostoru viz obr 6.7.
- Kóty mřížek musí být nastaveny jako *ŘÍZENÉ*. Pravděpodobně se toto nastaví samo (pozná se podle šedivé barvy kóty). Pokud ne nastavení se [provede \(video 15\)](#) po klepnutí pravým tlačítkem myši na danou kótu a potvrzení možnosti *ŘÍZENÝ*.



Obr 6.6 Přepnutí na konfiguraci “rozvin”



Obr 6.7 Ohraničení pro rýsování

Odůvodnění některých postupů při vytváření výrobních výkresu nátrubku

- Platí stejná pravidla jako byla uvedena výše.
- Aby nebylo nutné vytvářet pro každý typ nátrubku zvláštní výrobní výkres, je možné vyřešit problém tak, jak je naznačeno v tab. 6.2 video 7, 7.1, 7.2, 8, 8.1, 8.2. To znamená, že vytvoříme pro dané úhly jen jeden výkres, ve kterém se bude měnit jeho základní pohled. Tímto se velmi zjednoduší situace, protože nemusí být kreslen celý výkres pro daný pohled znovu, ale stačí jen původní znovu okótovat a změnit rozměr polotovaru. Při častější práci není velký problém si jednotlivé výkresy dodělat.
- Výrobní výkres nátrubku skloněného o 90° s rozdílnými průměry nejde universálně vyřešit. Při každém přenastavení průměrů je nutné pro daný výkres vytvořit síť pro okótování a připravit rozměr polotovaru.

6.3. Výrobní výkresy v měřítku 1:1

Další částí práce je vytvoření výrobního výkresu v měřítku 1:1, který by měl sloužit jako šablona pro výrobu plechu. Postup vytváření je naznačen a okomentován v tabulce 6.3.

1.	průběžná část 1 ku 1	- vytvoření výrobního výkresu průběžné části v měřítku 1:1
2.	nátrubek 1 ku 1	- vytvoření výrobního výkresu nátrubku v měřítku 1:1

Tab. 6.3 Výkresy v měřítku 1:1

Jelikož budou výkresy využívány jako šablony je vhodné neumísťovat razítko do rohu výkresu tak jak je zvykem, ale umísť se dovnitř výkresu. Také není nutné razítko kompletně vyplňovat.

U výkresu nátrubku se bude muset měnit pohled podle úhlu sklonu (viz tab. 6.2 video 7, 7.1, 7.2, 8, 8.1, 8.2).

6.4. Vytvoření výkresu sestavení

Tato kapitola je zaměřená na popis postupu správného vytvoření montážních výkresů sestavení. Postup vytvoření je patrný po zhlédnutí videoukázek vložených do tabulky 6.4.

1.	sestava - pohledy, kusovník	- vložení pohledů a kusovníku
2.	sestava - kóty, popisy	- okótování a popsání
3.	sestava - ukázka práce	- ukázka práce s sestavou a výkresem sestavení

Tab. 6.4 Výkres sestavení

Odůvodnění některých postupů při tvorbě výkresů sestavení

- Výkres se musí otevírat přímo v SolidWorksu. Pokud se otevře z okna Windows program nezobrazí výkres správně.
- Pro kompletní zakótování výkresu sestavení je nutné zakótovat také hlavní rozměry přírub. Pro toto jsou dvě možnosti a to:
 - Vytvoření pohledů na příruby v modelu sestavení. Tyto pohledy se vloží do výkresu sestavení a okótuje se.
 - Do výkresu sestavení se vloží přímo pohledy na příruby a ty se okótuje.

První varianta je zbytečně složitá. Tyto pohledy jsou zbytečně složité a rozlehlé a neumožňují vložit osy děr.

- Před vložením kusovníku je nutné provést jisté nastavení, které nám umožní jeho správné zobrazení. Toto nastavení je nutné provést dle obr. 6.9.
- Pokud se v modelech změni počet děr přírub je v výrobním výkresu nutné ručně změnit v příslušných kótách počet děr a úhel jaký svírají.
- Není možné vkládat řezy tak, aby se daly universálně použít. Pokud by měl mít výkres veškeré náležitosti dle norem, je nutné provést jisté detailní pohledy v řezu. Tyto pohledy je nutné provést pro daný případ ručně.
- Po změně konfigurací jsou nutné drobné úpravy vzhledu.

Obr. 6.9 Nastavení kusovníku

7. Seznam použité literatury

- [1] <http://www.solidvision.cz/>
- [2] VLÁČILOVÁ, H. VILÍMKOVÁ, M. A HENCL, L. Základy práce v CAD systému SolidWorks. Computer Press, a.s., vydání 1. 2006.
- [3] Náповěda 3D CAD systému SolidWorks
- [4] ŠVERCL, J. Konstrukce, rozviny a střihy výrobků z plechu pro školu a praxi. Scientia, s.r.o., vydání 1. 2000.
- [5] Sborník norem společnosti ZVVZ a.s., divize klimatizace.
- [6] Sborník vzduchotechnických výrobků (Potrubí a příslušenství), svazek 7, Praha 1991.

8. Závěr

V první části práce byl vytvořen stručný manuál k základům práce v programu SolidWorks. Dále byla popsána tvorba konkrétního prvku potrubních systémů s pomocí dvou diametrálně odlišných způsobů modelování sestavy. První způsob tzv. „zdola nahoru“ je vhodný pro sestavy menšího typu a pokud není nutná příliš velká provázanost mezi jednotlivými díly. Druhý způsob označovaný jako „shora dolů“ je vhodný pro velké sestavy a pokud je nutné velké provázání mezi jednotlivými díly. Je také možné vytvořit konfigurační tabulku celé sestavy, což mnohonásobně usnadní práci s jednotlivými díly (u prvního způsobu není možné). Kromě těchto základních rozdílů byli zmíněny další výhody a nevýhody obou způsobů.

Další část práce se zabývá modelováním přírub a jejich spojení s t-trubkou do sestavy. Zde je nutné dát pozor na použití vazeb, které se pro spojení použijí. U symetrických těles je výhodné maximálně využít roviny symetrie.

Závěrečná část práce ukazuje vytvoření výrobních výkresů a výkresů sestavení. Jednalo se o nejproblematictější část. Výkresy nelze vytvořit zcela univerzálně. To je dáno zejména velkou tvarovou odlišností rozvinů plechových součástí použitých v sestavě t-trubky. Výsledkem práce je výkres sestavení, výrobní výkresy pro jednotlivé díly v několika variantách a šablony rozvinů v měřítku 1:1.

Problematické body a omezení uvedené práce by byly vhodné konzultovat s distributorem softwaru s cílem nalézt optimální plně univerzální způsob vytvoření jednotlivých dílů, sestav a výrobní dokumentace.